

# **MUSEUM LAYANG-LAYANG DI KUTA SELATAN DENGAN PENDEKATAN KONSEP ARSITEKTUR KINETIK**

**Guruh Pratama Zulkarnaen<sup>1</sup>  
Agung Murti Nugroho<sup>2</sup> dan Nurachmad Sujudwijono<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Arsitektur - Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya*

*<sup>2</sup> Dosen Jurusan Arsitektur - Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya  
e-mail: bli.guruh.pratama@gmail.com ; arsfub@ub.ac.id*

## **ABSTRAK**

Museum Layang-layang di Kuta Selatan merupakan suatu tempat pendidikan, penelitian dan rekreasi baru yang ingin memperkenalkan aneka macam jenis layang-layang baik berasal dari Indonesia khususnya dan seluruh dunia pada umumnya dalam bentuk dua dimensi hingga tiga dimensi. Desain museum yang mengambil pendekatan dari arsitektur bergerak yang respon terhadap alam yaitu aliran angin sangat berhubungan erat dimana tanpa bantuan angin yang mengalir kencang layangan tidak dapat terbang dengan bebas begitu pula ruang pameran (publik) dan fasilitas pendukungnya merupakan bagian yang saling berhubungan dan saling terkait. Metode parametric untuk mentransformasikan hasil sintesa dalam wujud desain dengan mengkombinasikan pendekatan yaitu pendekatan programatik fungsional objek yang diwadahi berupa layang-layang dan pendekatan konsep arsitektur kinetik kanonik dan numerik terhadap potensi aliran angin untuk desain fasad kinetik yang sesuai pada museum. Penggunaan selubung bangunan fasad bergerak (kinetik) sebagai strategi penerapan konsep arsitektur kinetik berfungsi bagi kenyamanan pengunjung dan untuk objek pameran serta terkait dengan komponen fasad museum yang dapat bergerak akibat aliran angin. Desain bangunan secara optimal menangkap dan mengalirkan aliran angin dari luar ke dalam bangunan melalui fasad kinetik sederhana pada selubung bangunan, sebagai penyelesaian arsitektur yang selaras lingkungan dalam iklim pesisir pantai.

Kata Kunci: museum, layang-layang, arsitektur kinetik sederhana, fasad kinetik

## **ABSTRACT**

Kite Museum in South Kuta is a place of education, research and recreation would like to introduce a variety of new types of good kites come from Indonesia in particular and the rest of the world at large in the form of two dimensions to three dimensions. Design museum that takes the approach of architectural moves that the response to the natural flow of the wind is very closely connected with without the help of the wind flowing toned kites cannot fly freely so were showrooms (public) and its supporting facilities are part of an interconnected and Interlocked. Parametric methods for transforming the results in forms design synthesis by combining the approach of the approach of functional objects programatic undertakes a kite and approach the concept of canonical Kinetic Architecture and numerical flow potential of wind to the corresponding kinetic facade design on the museum. Use of sheath the building facade moving (kinetic) as a strategy for the application of the concept of Kinetic Architecture functions for the convenience of visitors and for objects on display as well as related to the museum's facade components can move due to the flow of the wind so that the design of the building in terms of architectural optimum will be produced to improve the capture and flow of wind flow from the outside into the building through a simple kinetic facade on the building as an architectural solution case aligned within a climate of coastal environments.

Keywords: museum, kites, simple of kinetic architecture, kinetic facade

## 1. Pendahuluan

Masyarakat hindu yang tinggal di Bali tetap memelihara kelestarian lingkungan sesuai dengan falsafah Tri Hita Karana untuk mewujudkan masyarakat yang adil dan makmur sebagai pengamalan Pancasila. Tri Hita Karana mempunyai makna tiga unsur pembentuk kesejahteraan yang memiliki filosofi penyeimbang dan pengharmonis antara Prahyangan (Tuhan) selaku jiwa, Pawongan (Penghuni) selaku tenaga dan Palemahan (Lahan atau Lingkungan Fisik ) selaku raga.

Festival Layang-Layang Internasional di Bali atau Bali Intenasional Kite Festival yang sudah ke-35 pada tahun 2013 merupakan kegiatan masyarakat Bali yang selalu diadakan setiap tahun pada musim angin kencang sekitar bulan Juli hingga Agustus. Festival tersebut selalu diadakan pada saat musim angin cukup kencang hembusnya dan dilakukan di daerah pantai, dikarenakan komponen utama untuk menggerakkan layang-layang adalah kekencangan angin sebagai pendorong untuk naiknya layang-layang tersebut. Permainan layang-layang merupakan suatu hobi dan pelestarian budaya bagi masyarakat hindu di pulau Dewata itu, sehingga hobi yang digemari oleh kalangan anak-anak, muda, dewasa bahkan wanita pun turut mencintainya hingga menjadi suatu tradisi masyarakat Bali.

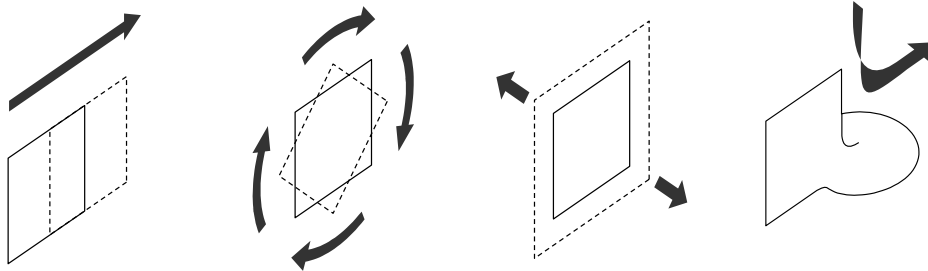
Selain adanya festival yang diadakan, cara atau wadah lain yang bisa sangat optimal adalah dengan bangunan arsitektural yang mampu selain sebagai fasilitas pelestarian juga sebagai wadah pengembangan ilmu pengetahuan tentang layangan sekaligus area untuk membuat layangan (*workshop*) dan sebagai wadah komersial penjualan layangan yang dapat menambah pemasukan pemerintah dan masyarakatnya.

Sasaran yang pertama sudah jelas bagi suatu karya arsitektur kalau tidak ingin kesulitan dalam mendapatkan tempat dalam catatan sejarah arsitektur (tiga elemen pembentuk arsitektur Vitruvius: *utility*, *firminess* dan *beauty*). Mempertimbangkan hal tersebut diatas, maka mengambil kasus pada bangunan dengan fungsi Museum Layang-layang yang merupakan bangunan edukasi, komersil sosial budaya dan jasa untuk publik; yang merupakan suatu bangunan berfungsi sebagai tempat pameran koleksi layang-layang dan berkumpul, harus memberikan efek kinetik (bergerak dinamis) pada ruang dalam agar objek pameran yaitu layangan yang dipajang dapat hidup dan menyatu serta para pengguna dapat melakukan aktivitas secara leluasa dan nyaman dari segi visual, audio serta suasana dalam bangunan.

Penerapan konsep arsitektur kinetik memiliki pendekatan “bentuk mengikuti fungsi” yaitu bagaimana mendesain elemen arsitektural yang bergerak dinamis dalam elemen struktur dan konstruksi; dalam menyesuaikan dengan penggunaan ruangan dan fungsi dari ruangan tersebut sehingga menciptakan sebuah bentuk ruang dan sistem yang paling optimal untuk kegiatan didalamnya (dalam sebuah wawancara dengan arsitek Barbara van Biervliet Xaveer Claerhout). Hal ini sebagai penunjang kenyamanan suasana agar ruangan dan pengguna ruang dalam menjadi menyatu dalam merespon lingkungannya.

Dalam buku “*Designing Kinetics for Architectural Facades: State Change*” oleh Julius Moloney terbagi beberapa bahasan yang terkait kinetik fasad, diantaranya: **Pola Morfologi pada Fasad Kinetik**, jenis gerakan terjadi dari persepsi statis permukaan, bentuk dan ruang diubah dengan mengubah kondisi lingkungan. Dalam kasus ini, bangunan dapat dirancang untuk menonjolkan visual transformasi dalam menanggapi variabel yang diantaranya intensitas cahaya yang arahnya berbeda, kehadiran kelembaban, dan kondisi angin.

Relevansi pendekatan adalah mengenai implikasi untuk desain ketika kinetika didefinisikan secara spasial. Seperti digambarkan dalam gambar, gerakan kinetik melalui tiga geometris transformasi ruang yaitu: **Translation (geser)**, **rotate (rotasi)**, **scaling (skala)** dan gerak melalui deformasi bahan.



Gambar 1. Definisi Kinetika sebagai Tiga Spasial Transformasi dan Materi Deformasi  
(Sumber: Moloney, 2011 : 7)

**Preseden kinetik** menyajikan pandangan yang komprehensif mengenai *Interactive Architecture* (termasuk kinetik fasad), melalui perbedaan sederhana dari 'cara'. Dalam berbagai cara kinetika diwujudkan dari:

- *Folding* (lipat)
- *Sliding* (geser)
- *Expanding* (memperluas)
- *Shrinking* (menyusut)
- *Transforming* (mengubah)

Sebagai acuan untuk mengaplikasikan pola fasad kinetika yang kontemporer, dan digunakan secara fungsional. Ada beberapa pendekatan yang dipakai yaitu (Moloney, J , 2011:13):

- **Structure (struktur)**
- **Screen (layar)**
- **Surface (permukaan)**

Pendekatan ini melengkapi spasial kinetik pada bahasan sebelumnya. Struktur, layar dan permukaan terbagi menurut geser, rotasi, skala, dan gerak dari deformasi bahan.

**Seni kinetik**, seni kinetik ini terwujud dalam berbagai mekanika dan berbagai fokus umum dari estetika gerakan. Untuk arsitektur saat ini motivasi untuk fasad kinetik adalah potensi komposisi. Arsitektur fasad biasanya berorientasi fungsional, misalnya untuk memberikan keteduhan, ventilasi ruang atau mengkomunikasikan informasi. Komposisi fasad lebih tepat dipikirkan dalam hal pola, dibandingkan dengan bentuk atau gambar.

**Popper: Prosedur Kinetik**, asal-usul dan perkembangan seni kinetik dianggap sebagai rujukan utama pada seni kinetik. Jenis seni kinetik, dengan klasifikasi utama menjadi:

- **virtual/ real**
- **spasial/ non spasial**
- **diprediksi/ bebas-diprediksi**

**Empat kelompok prosedur** yang terdaftar di bawah kategori ini yaitu:

- **sederhana mekanik**
- **elektro-mekanis, elektronik, termal dan magnetik**
- **mobiles dan proyeksi, refleksi, pembiasan cahaya**

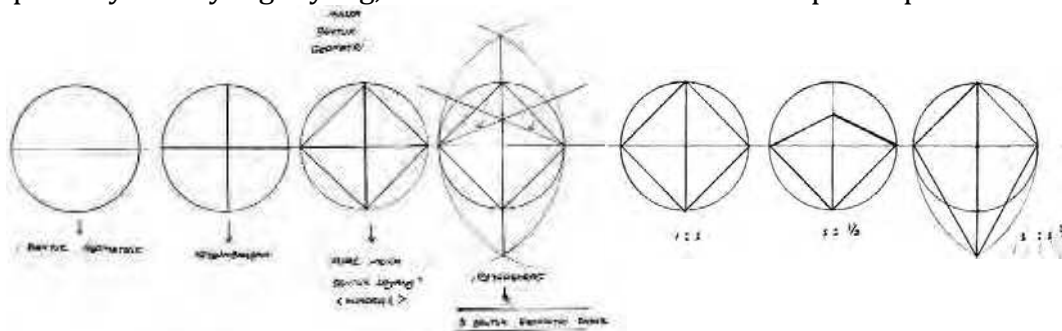
## 2. Bahan dan Metode

Metode perancangan mentransformasikan dan menerapkan dari hasil analisis dan sintesis kedalam sebuah desain yaitu rancangan museum layang-layang di Kuta Selatan. Kriteria desain didapat dari proses kesimpulan literatur dan komparasi serta analisis yang dilakukan; dan selanjutnya disintesis. Dalam proses perancangan ini digunakan **Metode Parametric** untuk mentransformasikan hasil sintesis dalam wujud desain dengan menggunakan dan mengkombinasikan pendekatan yaitu pendekatan programatik fungsional atas objek yang diwadahi berupa layang-layang dan pendekatan konsep arsitektur kinetik kanonik dan numerik terhadap potensi aliran angin untuk desain fasad kinetik yang sesuai diterapkan pada museum.

**Pendekatan pragmatik** dengan pendekatan perancangan bentuk melalui tahap coba-coba (*trial and error*) untuk konsep massa bangunan museum layang-layang dengan tetap memperhitungkan kaitan dengan kriteria dari fungsi dan tematik.

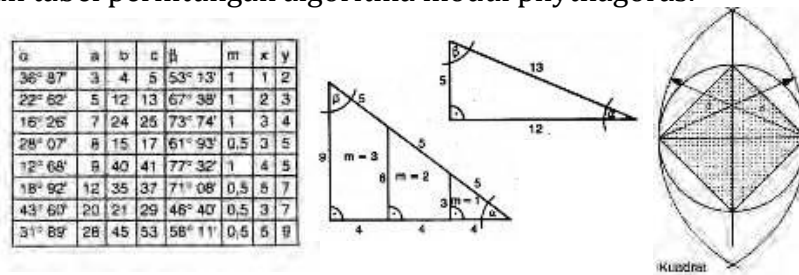
**Pendekatan kanonik/ geometrik** (*Canonic Approach*) yaitu pendekatan perancangan bentuk melalui kaidah-kaidah: geometrik, matematis, keteraturan (*orders*), modul, dsb. Pendekatan kanonik pada saat sekarang ini berkembang menjadi pendekatan sintaksis yaitu bahasa bentuk. Pendekatan sintaksis (pendekatan kanonik/geometrik) dalam kaitan konsep tematik sebagai pendekatan terhadap konsep arsitektur kinetik yang respon terhadap lingkungan menghasilkan bentuk, dimensi dari modul fasad kinetik (bergerak) secara alami/natural (non-mekanikal/motor) yang akan diaplikasikan pada bangunan museum layang-layang serta penggunaan numerik dalam teori aerodinamika untuk konteks modul fasad yang merespon terhadap lingkungan (angin) sebagai kaitan dengan efek menggerakkan layang-layang pameran dalam museum.

**Bentuk** modul fasad kinetik berdasarkan dari pengambilan fungsional bentuk objek pameran yaitu layang-layang, literatur fasad kinetik dan komparasi pada teori.



Gambar 2. Geometri Bentuk Modul Fasad Kinetik pada Museum

**Dimensi** besar modul fasad kinetik yang dikaitkan dengan literatur fasad kinetik pada teori dan tabel perhitungan algoritma modul phythagoras.



Gambar 3. Tabel Phytgoras untuk Dimensi Modul Fasad Kinetik  
(Sumber : Neufert, 1996 : 34)

**Pendekatan Numerik** digunakan untuk peletakan fasad kinetik, jarak **peletakan** modul ditentukan berdasar **teori aerodinamika** dan dikaitkan dengan Teori mengenai Arsitektur Fasad Kinetik. Teori aerodinamika secara numerik digunakan untuk mengetahui seberapa besar angin yang dapat menggerakkan modul di setiap sisi dengan perbedaan peletakan ketinggiannya di fasad museum hingga besarnya debit aliran angin yang masuk dari luar ke dalam ruang sampai dapat menggerakkan atau menggoyangkan layang-layang pameran yang digantung. Persamaan rumus yang digunakan diantaranya:

(1) Metode “Power Law” untuk mengestimasi **kecepatan angin** pada ketinggian tertentu dan pada lokasi tertentu yaitu:

$$V_z = V_h \alpha \left[ \frac{Z}{10} \right]^b$$

dimana:

$V_z$  : kecepatan angin pada ketinggian Z (m/s)

$\alpha, \beta$  : koefisien tipe lingkungan permukaan (pusat kota, pedesaan, hutan, dll)

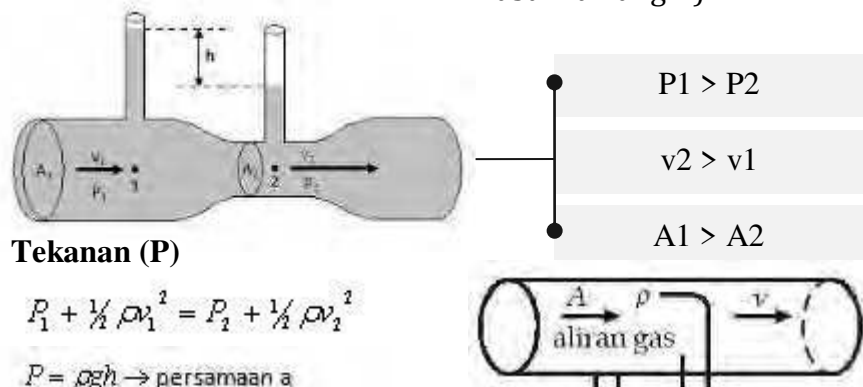
**Tabel 1. Standar Koefisien Tipe Kekasaran Permukaan**

Class	Building Terrain ( $\beta$ )	Terrain constant Multiplier ( $\alpha$ )	Deskripsi
I	0.10	1.30	Ocean or other body of water with at least 5 km of unrestricted expanse
II	0.15	1.00	Flat terrain with some isolated obstacle
III	0.20	0.85	Rural areas with low buildings
IV	0.25	0.67	Urban, industrial or forest areas
V	0.35	0.47	Center of large city

(Sumber: Swami dan Chandra, 1988: 257)

$V_h$  : kecepatan angin menurut data meteorologi yang diukur pada ketinggian 10 m dari permukaan tanah.

(2) **Rumus Persamaan Bernoulli** (efek venturi dan tabung pitot dalam kaitan mengetahui laju kecepatan dan tekanan sebelum dan sesudah melewati fasad kinetik serta jarak antar celah yang maksimal memasukkan angin)



**Tekanan (P)**

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$P = \rho gh \rightarrow \text{persamaan a}$$

$P_1$  : tekanan diluar modul

$v_1$  : Laju Kecepatan angin diluar

$P_2$  : tekanan didalam modul

$v_2$  : Laju Kecepatan angin didalam

$\rho$  : massa jenis udara (1.2 kg/m<sup>3</sup>)

$g$  : Percepatan Gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$h$  : ketinggian peletakan modul fasad kinetik

(3) **Rumus energi kinetik** juga digunakan dalam mencari potensi angin didalam ruang yang masuk dapat menggerakkan layang-layang dengan berat tertentu sehingga kaitan ruang dalam terhadap potensi angin dapat terjalin maksimal.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad E_p = m \cdot g \cdot h$$

dimana :

EK : Energi kinetik (J)

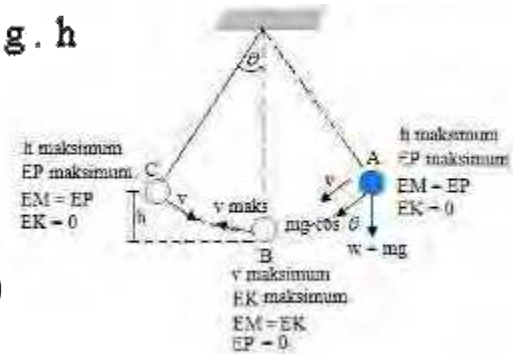
m : massa benda (kg)

v : Kecepatan (m/s)

EP : Energi Potensial

g : Percepatan Gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

h : Ketinggian (m)



Untuk **mekanisme** fasad kinetik pada museum karena fasad bergerak secara alami tanpa memakai mekanikal (motor atau mesin), mengambil dasar mekanisme gerak dari teori dan objek komparasi yang terkait.

Dari metode tersebut diterapkan pada perancangan desain dari museum layang-layang di Kuta Selatan dengan tematik arsitektur kinetik sederhana yang responsif. Pemakaian aplikasi tambahan juga digunakan pada pembahasan hasil desain fasad kinetik berupa **Rhinoceros 5.0** yaitu program permodelan 3D berbasis NURBS (*Non Uniform Rational B-Spline*) yang mampu mendefinisikan bentuk kurva halus, dan mulus seperti bentuk geometri yang organis (melengkung tak beraturan) serta dapat menggambarkan secara matematis bentuk model bebas (*free form*) dan bentuk standar (*primitive object*).

Dengan dukungan plugin bantuan yaitu **Grasshopper build 0.8** berguna melihat kesesuaian modul fasad sebenarnya dengan hasil kesesuaian dan ketepatan komponen model modul sehingga tidak perlu membuat model sebenarnya secara nyata (skala 1:1).

Plugin bantuan lainnya yaitu **Bongo 2.0** juga digunakan berguna dalam melihat hasil dari pergerakan (animasi gerak) modul fasad kinetik yang akan bergerak dan menghasilkan pola beragam yang dinamis.



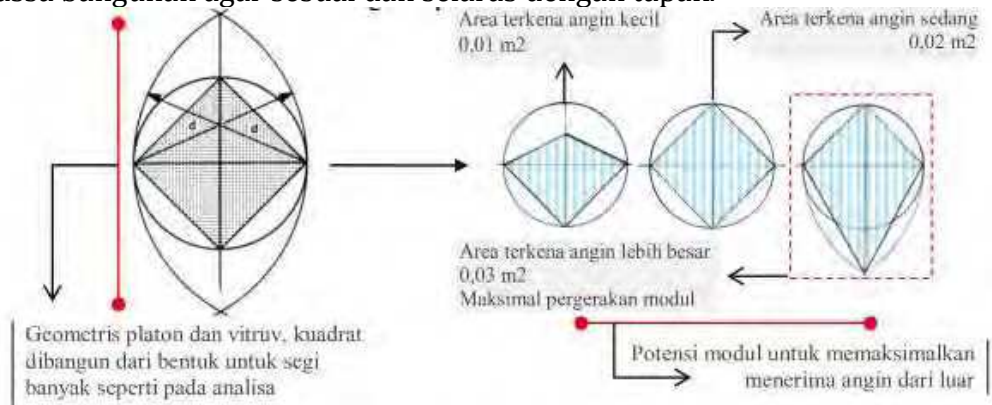
Gambar 4. Aplikasi dan Plugin Rhino dalam Menentukan Efisiensi Besar Komponen Modul Fasad Kinetik  
(Sumber: google. [www.Rhino3d.com/](http://www.Rhino3d.com/),/tutorial, 2014)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tampilan fasad kinetik bangunan melihat dari kriteria dan parameter menghasilkan pembagian yaitu **bentuk, dimensi, peletakan dan mekanisme pergerakan (material, poros dan pola)**. Keempat acuan diatas menjadi konsep tampilan bangunan yang ber-kinetik fasad yang merespon angin terkait dengan fungsi sebagai museum layang-layang.

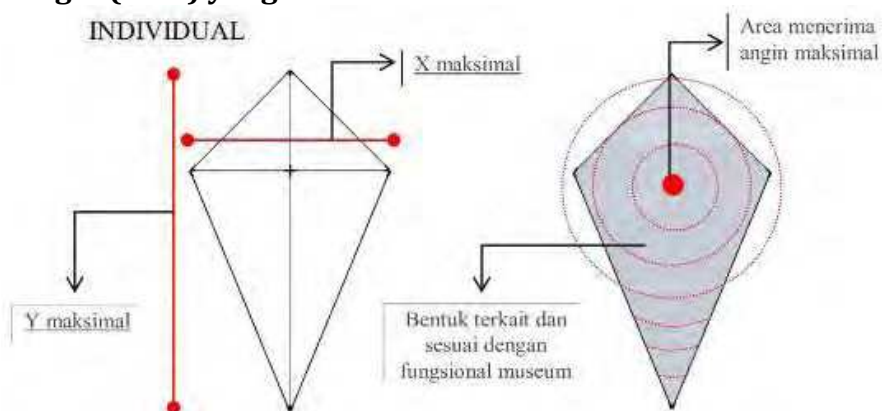
#### 3.1 Bentuk Modul Fasad Kinetik

**Bentuk**, dari kriteria desain tampilan luar bangunan melihat komparasi sejenis bentuk tampilan sebaiknya **memiliki kesinambungan dengan fungsi**. Dengan dasar seperti itu, museum layang-layang dengan koleksi layangan maka tampilan bangunan akan menampilkan juga **bentuk geometri dari bentuk dasar layangan sederhana dengan bentuk berlian**. Dipikirkan juga kesinambungan dengan kinetik arsitektur dan bentuk massa bangunan agar sesuai dan selaras dengan tapak.



Gambar 5. Konsep Bentuk Modul Fasad Kinetik pada Fasad Museum Layang-layang

Pemilihan bentuk berdasarkan dari kriteria dan analisis sebelumnya dengan bentuk **segi banyak akan memaksimalkan angin**. Dengan dasar itu konsep bentuk juga memperhatikan kesinambungan dengan fungsional museum sebagai koleksi pameran layang-layang. Hasil dari dasar diatas, **bentuk layangan sederhana** diambil dan ditetapkan sebagai modul dengan potensi bentuk layangan sederhana yang memiliki **bidang kena angin (area) yang lebih besar**.

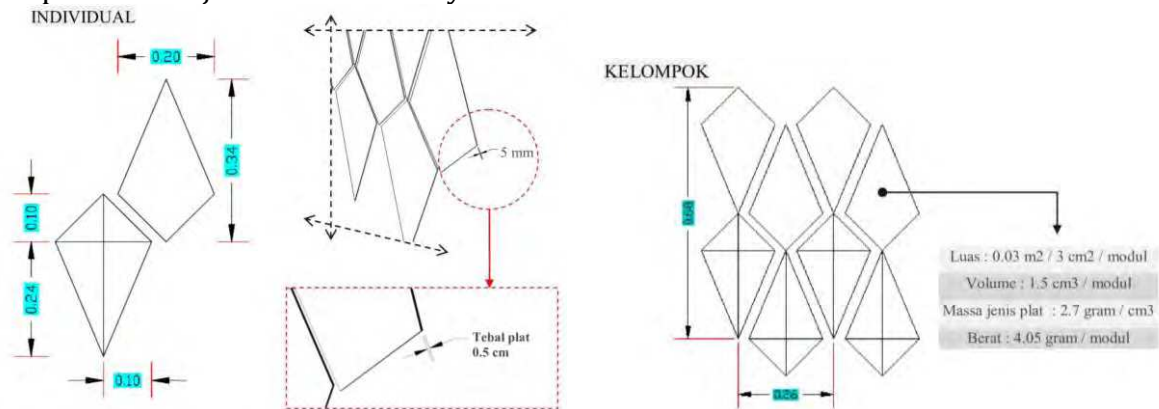


Gambar 6. Bentuk terpilih Modul Fasad Kinetik pada Fasad Museum Layang-layang



### 3.2 Dimensi Modul Fasad Kinetik

**Dimensi** modul, ukuran dari besar modul untuk modul fasad kinetik pada museum berdasar analisis dari ketiga aspek yang dibahas sebelumnya, maka untuk konsep ukuran modul kinetik pada museum layang-layang di Kuta Selatan sebaiknya ukuran **sumbu x (a) : 5 cm / kelipatannya, sumbu y (b) : 12 cm / kelipatannya**. Dengan hasil itu, mengaitkan juga dengan kriteria modul yang dapat dilihat dengan panca indra secara jelas (mata) dari kejauhan (rasio pandang), maka ukuran modul di 2x lipatkan menjadi x : 10 cm dan y : 24 cm.

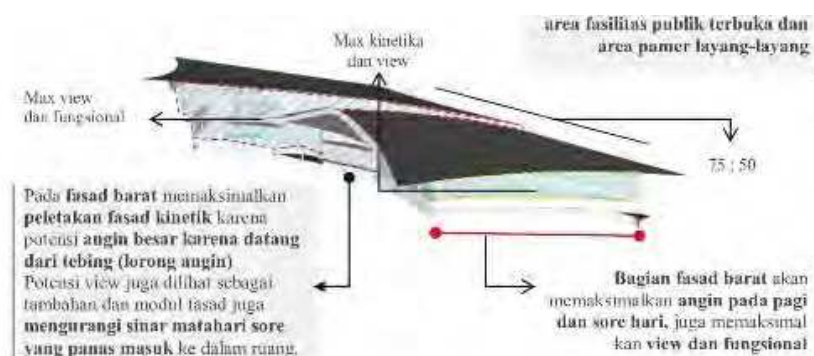


Gambar 7. Ukuran Modul Fasad Kinetik secara Individual dan Kelompok

### 3.3 Peletakan Modul Fasad Kinetik

**Peletakan** modul, pada konsep modul kinetik museum layang-layang di Kuta Selatan peletakan modul fasad kinetik akan **diletakkan pada beberapa fungsional ruang yang membutuhkan aliran angin** untuk menggerakkan layang-layang pameran dan area publik bagi suasana ruang yang berbeda-beda bagi pengunjung di dalam dan di luar ruang.

Peletakan modul fasad pada setiap sisi tampak museum akan berbeda-beda disesuaikan dengan kebutuhan akan angin sekaligus sebagai estetika. Konsep peletakannya terbagi menjadi beberapa lapis bagian yaitu **1. Peletakan modul tanpa kaca, 2. Peletakan modul dengan kaca, 3 peletakan kaca tanpa modul**. Didasarkan dari analisis sebelumnya karena potensi maksimal adalah angin dan view maka konsep peletakan tidak semua sisi fasad terapkan modul kinetik sehingga penggabungan pemakaian kaca dengan konduktivitas rendah dan Anti UV *tempered wired glass* dipakai pada modul fasad didalamnya.

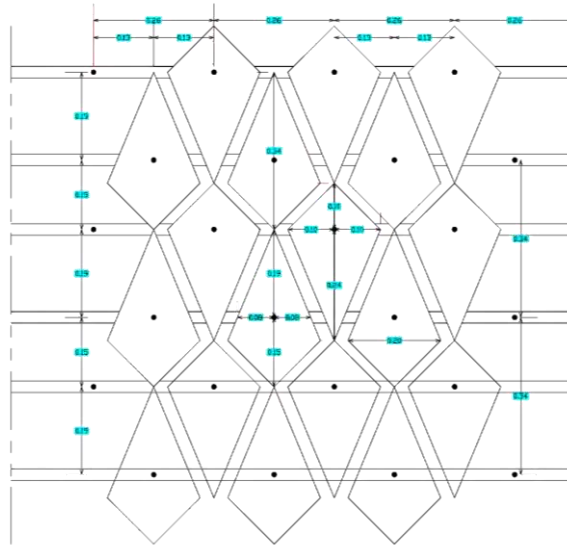


Gambar 8. Peletakan Fasad Kinetik Pada Salah Satu Sisi Fasad (Area Utara)



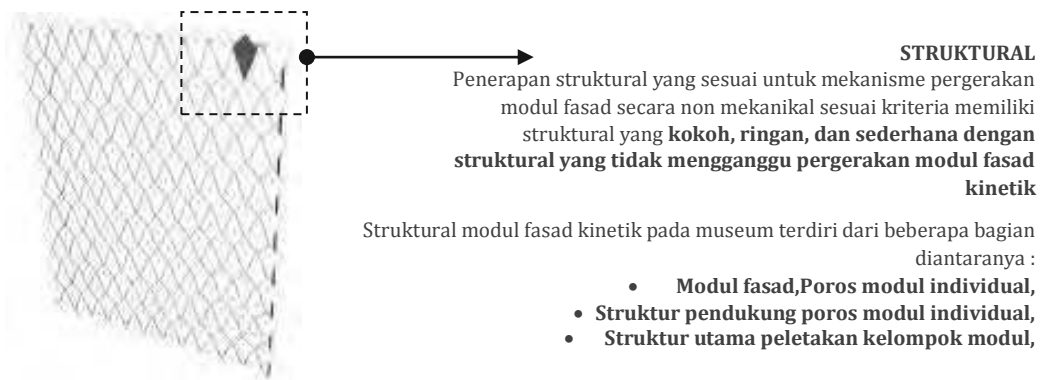
### 3.4 Mekanisme Pergerakan Modul Fasad Kinetik

**Struktural**, mekanisme pemasangan modul fasad kinetik pada museum layang-layang dengan dasar **mekanisme non mekanikal (tanpa motor)** melihat dari komparasi sejenis dan konsep strukturalnya hampir sama dengan adanya beberapa **modifikasi yang disesuaikan dengan perancangan museum** dan potensi yang dimaksimalkan yaitu angin.

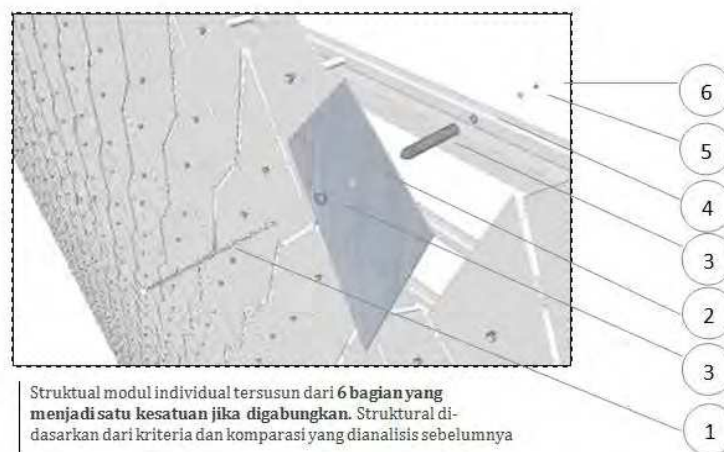


Gambar 9. Layout Konsep Modul Fasad Kinetik yang Diterapkan pada Museum Layang-Layang

Dalam konsep struktural pemasangan **modul fasad kinetik museum layang-layang non mekanikal (tanpa motor)** dari kriteria dan analisis sebelumnya penggunaan **struktural yang tidak menghambat, menghalangi atau mengganggu modul untuk bergerak bebas dan leluasa** dapat memaksimalkan potensi dari aliran angin mengenai modul secara langsung. Sehingga konsep **arsitektur kinetik modul fasad yang merespon lingkungan dapat teraplikasi** secara maksimal pada museum layang-layang di kuta selatan, Bali.



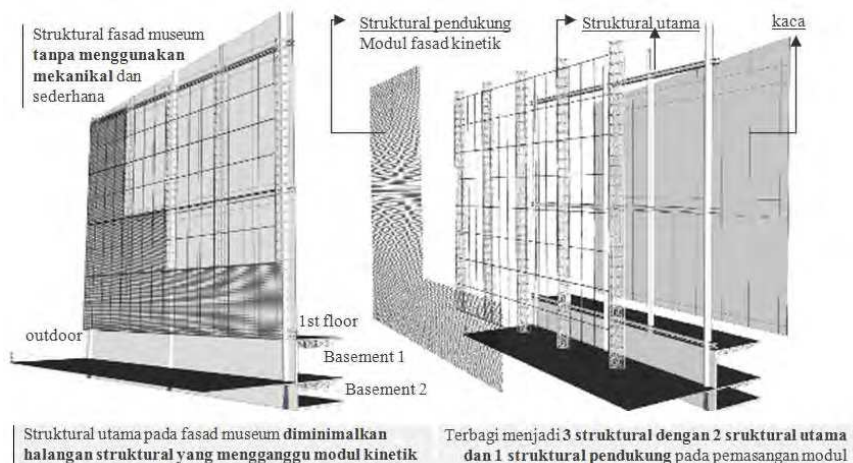
Gambar 10. Struktural Modul Fasad Kinetik yang diterapkan pada Museum Layang-Layang



Gambar 11. *Isometric view* dan Komponen Stuktural Modul Fasad Kinetik

Aplikasi struktural modul fasad kinetik secara berkelompok tidak akan mengganggu modul individual untuk potensi estetika yang terjadi dengan modul bergerak ke segala arah akibat aliran angin. **Struktural yang tersusun secara sederhana** menjadi **konsep dari aplikasi arsitektur kinetika sederhana pada modul fasad bergerak museum layang-layang di kuta selatan**.

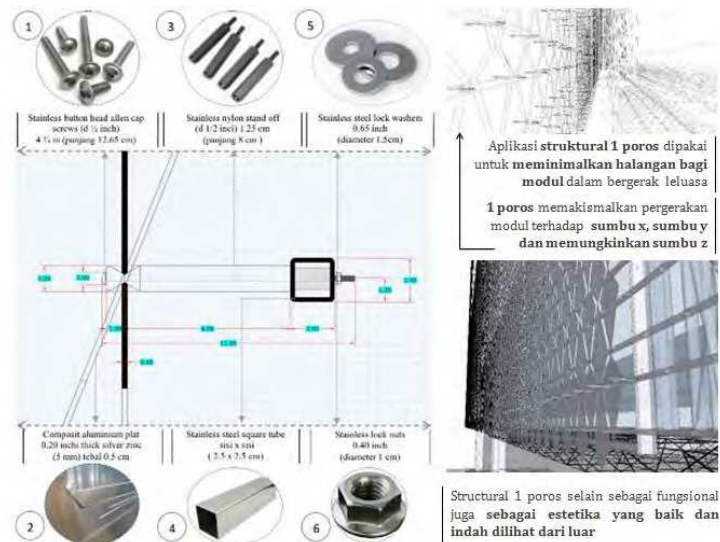
Pada penerapan di fasad massa museum akan ditempelkan kerangka besar dahulu untuk menjadi struktural utama dalam pemasangan modul fasad dan kemudian memasang satu per satu modul individual plat kinetik tanpa motor tersebut.



Gambar 12. Perspektif dan Bagian Struktural Utama Pemasangan Modul Kinetik pada Fasad Museum

Pada konsep modul fasad kinetik museum layang-layang di kuta selatan pemakaian material didasarkan pada komparasi terkait dan kriteria yang telah dianalisis sebelumnya. Karena lokasi perancangan museum yatu didekat pantai atau daerah pesisir pantai, maka **material yang tahan akan cuaca dan iklim pantai** harus terpenuhi terutama **anti korosi** karena angin pantai pada pagi hari membawa kadar garam akibat penguapan yang cukup banyak langsung dari pantai ke daratan.

Pemakaian material **plat aluminium komposit dan stainless steel** menjadi pilihan selain kuat akan cuaca luar juga material tidak berat (ringan), kokoh sesuai dengan kriteria agar modul kinetik fasad dapat bergerak maksimal dengan adanya angin yang menerpanya.



Gambar 13. Detail Section (Flapper Mounting Detail) dan Material Modul Facade Kinetik

Karena konsep museum dengan adanya fasad kinetik dapat **mengaitkan dan membuat ruang luar terkoneksi dengan ruang dalam** dimana layang-layang pamer dapat bergoyang dengan adanya aliran angin maka fungsional modul fasad pun dipikirkan sehingga penerapan 1 poros sesuai untuk diaplikasikan. Melihat juga konsep **modul fasad non mekanikal (tanpa motor)**, pemakaian 1 poros dapat membuat modul **bergerak leluasa** ke kanan, ke kiri, ke atas dan kebawah untuk menerima angin dan masuk ke dalam ruang secara maksimal.

Dalam konsep **secara berkelompok**, pola pergerakan modul secara keseluruhan akan terlihat seperti **gelombang air yang saling terkait dan sambung menyambung satu sama lain**. Karena konsep modul tidak menggunakan mekanikal potensi tersebut maksimal terjadi dalam pola yang dihasilkan modul fasad kinetik pada perancangan museum layang-layang di Kuta Selatan.

Tabel 2. Pola Modul secara Berkelompok

Pola Modul kelompok			
Sumbu x		Sumbu y	
Aliran angin ke atas modul		Aliran angin dari kanan modul	
26 derajat		26 derajat	
FRONT	PERSPECTIVE	FRONT	PERSPECTIVE
33 derajat		33 derajat	
FRONT	PERSPECTIVE	FRONT	PERSPECTIVE

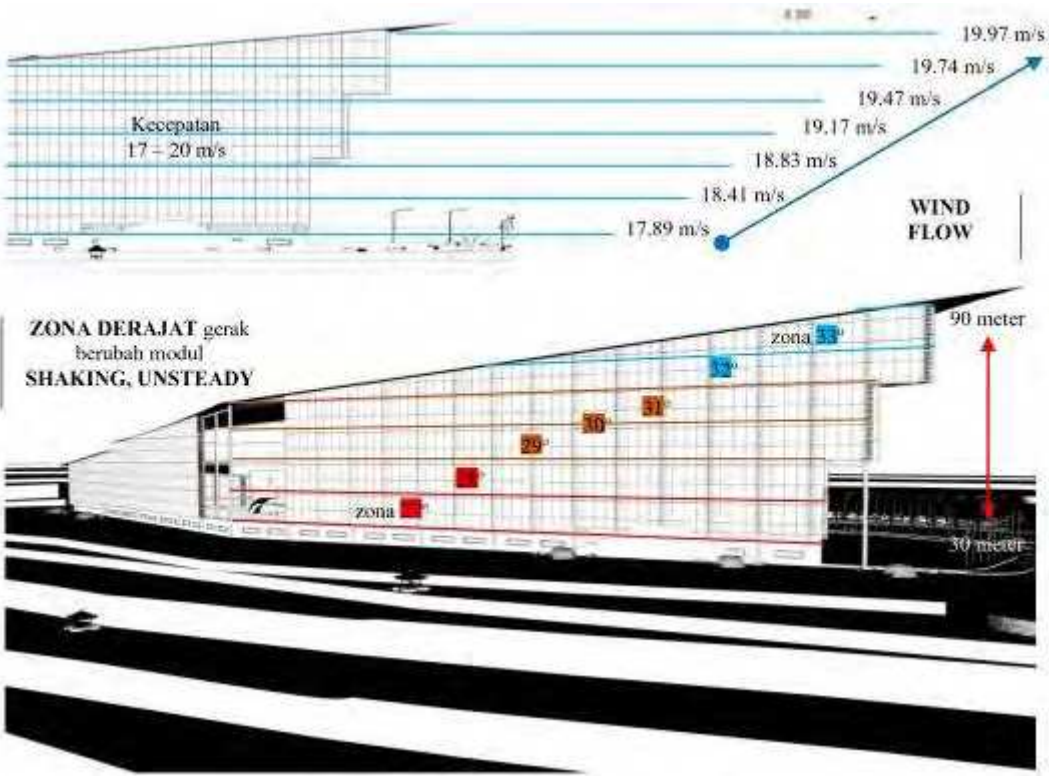
Hasil pola secara berkelompok pada fasad massa museum akan beragam dan berbeda disetiap sisinya, pola beragam terjadi karena angin berhembus dengan kecepatan berbeda pada ketinggian yang berbeda pula. Rentang pola pergerakan bergoyang (*shaking, unsteady*) modul berkelompok berkisar dari 27 - 33 derajat perubahan gerak modul dengan rentang kecepatan angin 17.89 m/s – 19.97 m/s.

Tabel 3. Derajat Pergerakan dari Modul Fasad Kinetik

Ketinggian (Z)	Kecepatan (V)	Derajat Bergoyang (shaking, unsteady)
30 meter	17.89 m/s	27 derajat
40 meter	18.41 m/s	28 derajat
50 meter	18.83 m/s	29 derajat
60 meter	19.17 m/s	30 derajat
70 meter	19.47 m/s	31 derajat
80 meter	19.74 m/s	32 derajat
90 meter	19.97 m/s	33 derajat

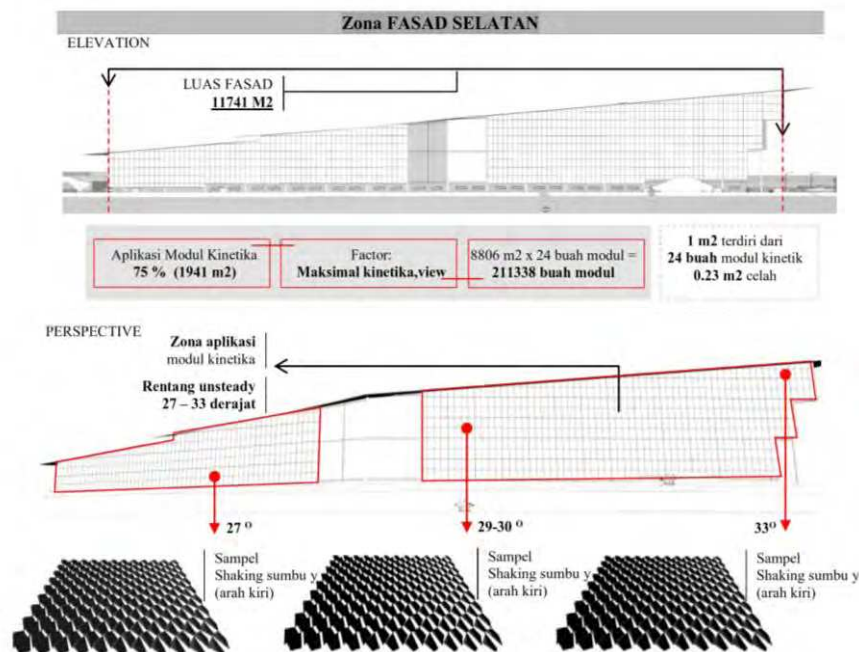


Gambar 14. Derajat Pergerakan dari Modul Fasad Kinetik



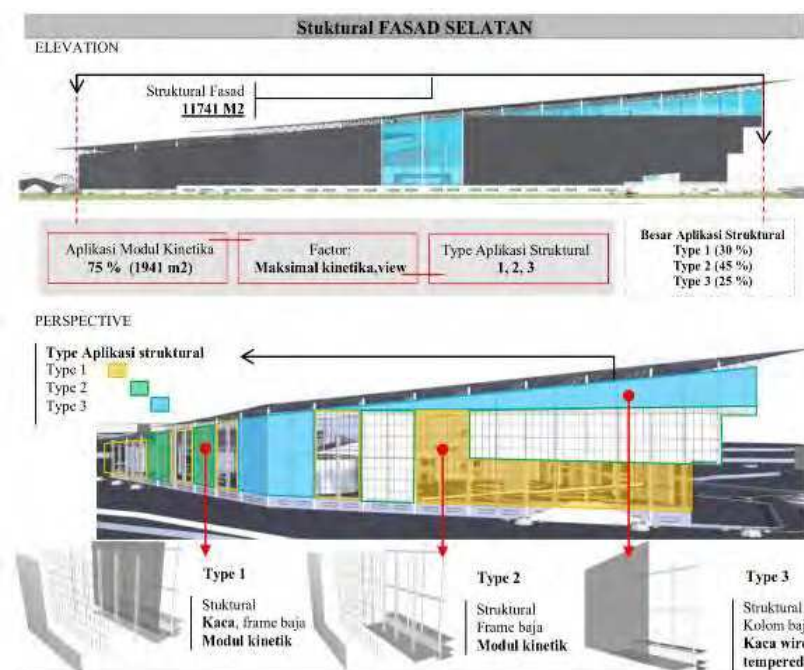
Gambar 15. Rentang Pola Pergerakan Bergoyang (*Shaking, Unsteady*) Modul berkelompok





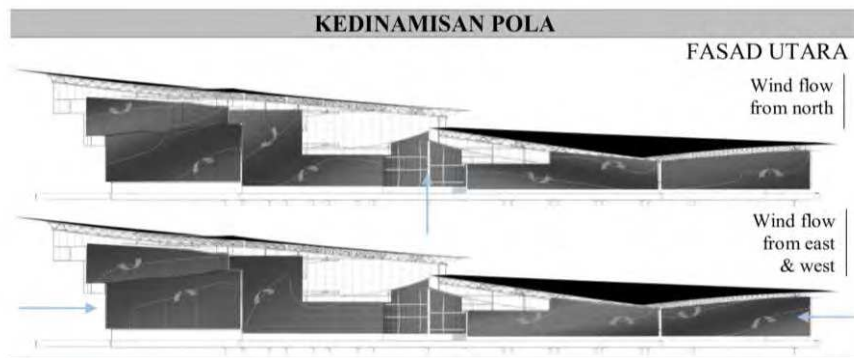
Gambar 16. Zona Pola Pergerakan Modul Berkelompok

Melihat dari potensi akan tematik kinetika dari aliran angin dan view sekitar museum yang maksimal dan positif, berpengaruh pada pemakaian **struktural yang berbeda-beda disetiap sisi fasad museum** baik sisi utara, timur, selatan dan barat serta terkait potensi yang diinginkan dari penerapan modul fasad kinetik.

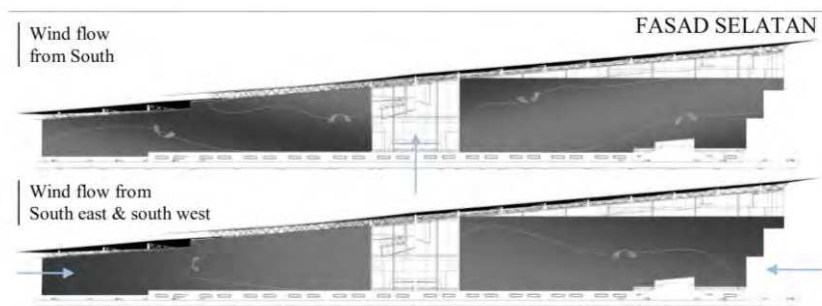


Gambar 17. Perbedaan Aplikasi Struktural dari Penerapan Fasad Modul Kinetik

**Kedinamisan pola pergerakan berkelompok** modul fasad dilihat juga pada penerapan fasad secara keseluruhan di museum layang-layang di Kuta Selatan.



Gambar 18. Kedinamisan Pola Pergerakan berkelompok Fasad Modul Kinetik Pada Fasad Utara



Gambar 19. Kedinamisan Pola Pergerakan berkelompok Fasad Modul Kinetik pada Fasad Selatan

**Hasil Desain**, Memperlihatkan penerapan dari analisis dan konsep yang diwujudkan pada seluruh aspek perancangan museum dengan kaitan erat pada tematik yang digunakan Arsitektur Kinetik fasad bangunan yang merespon aliran angin dari lingkungan luar secara alami.



Gambar 20. Hasil Desain Dari Museum Layang-Layang Di Kuta Selatan

#### 4. Kesimpulan

Dalam perancangan bangunan dengan fungsi museum yang mengoptimalkan aliran angin secara alami untuk tematik arsitektur kinetik pada fasad bangunan, digunakan integrasi parameter dan kriteria perancangan sebagai berikut: **respon terhadap ekologis tapak** ( potensi selaras tapak, permasalahan, bentuk dan orientasi bangunan, selubung bangunan, sirkulasi ruang luar, lansekap), **optimalisasi**

**aerodinamika** ( jenis fasade, morfologi geometri modul kinetik, dimensi fasad, komposisi ruang, pemilihan material dan warna, struktural, mekanisme dan pola fasad), **Filosofis Fungsi** (zonasi aktivitas, desain ruang, sistem penataan ruang, peletakan dan zonasi peletakan objek pameran dan koleksi).

Pada bangunan fungsi museum didaerah dengan iklim tropis menguntungkan seperti Pulau Bali (potensi alam, budaya, dan sebagainya), pendekatan tematik arsitektur kinetik digunakan dengan menyikapi kebutuhan dari museum agar kesan museum yang membosankan tidak terjadi berkaitan dengan bangunan yang menjadi destinasi wisata mancanegara sehingga bangunan harus memiliki kekhasan dan hal menarik yang selalu berbeda-beda ketika dikunjungi. Dengan demikian langkah utama perancangan adalah dengan bentuk bangunan, orientasi bangunan dan aplikasi selubung bangunan serta suasana ruang dalam dan fasilitasnya yang dapat menarik wisatawan dan memberikan suasana berbeda setiap kali pengunjung berkunjung ke museum. Aplikasi selubung menggunakan modul fasad kinetik sederhana dan memaksimalkan potensi lingkungan dari angin yang berlimpah untuk menggoyangkan layangan pada area pameran dapat bergerak dinamis seperti disaat dimainkan. Pemilihan jenis aplikasi selubung bangunan didasarkan pada kaitan objek koleksi, potensi lingkungan dan fungsional bangunan.

Peran bangunan terhadap lingkungan diantaranya adalah dengan menyelaraskan bangunan yang ramah terhadap lingkungan, menghilangkan persepsi museum yang membosankan, menambah wisata baru selain wisata alam dan wisata budaya dengan adanya wisata edukasi yang menggabungkan semua wisata sehingga akan meningkatkan kunjungan wisatawan ke Pulau Bali. Dengan demikian, kendatipun tidak melihat secara maksimal dari investasi, bangunan dengan konsep arsitektur kinetik responsif sederhana dapat membuat fungsional adanya bangunan dapat bekerja maksimal dan selaras lingkungan serta mawadahi dari budaya yang dimiliki Pulau Bali agar tidak terlupakan dan dapat lestari.

## **Daftar Pustaka**

- Moloney, J. 2011. *Designing Kinetics for Architectural Facades: State Change*. New York: Routledge Taylor & Francis Group.
- Neufert, Ernst. 1996. *Data Arsitek-Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Swami dan Chandra .1994. Correlation for Pressure Distribution on Buildings and calculation of Natural-Ventilation Airflow. ASHRAE Transactions, vol. 94. no.1
- www.Rhino3d.com, diakses 26 November 2014